

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 10 月 6 日 (06.10.2005)

PCT

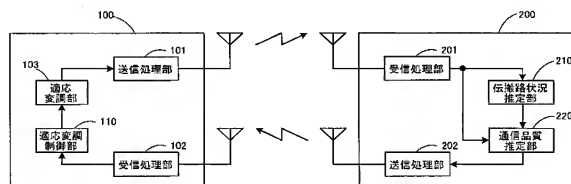
(10) 国際公開番号  
WO 2005/094026 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H04L 27/00, (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005503
- (22) 国際出願日: 2005 年 3 月 25 日 (25.03.2005) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂本 剛憲 (SAKAMOTO, Takenori). 安倍 克明 (ABE, Katsuaki). 松岡 昭彦 (MATSUOKA, Akihiko).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4-1 新都市センタービル 5 階 Tokyo (JP).
- (30) 優先権データ:  
特願2004-096569 2004 年 3 月 29 日 (29.03.2004) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
特願2005-077580 2005 年 3 月 17 日 (17.03.2005) JP

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION DEVICE AND COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 通信装置及び通信方法



101 TRANSMISSION PROCESSING UNIT  
103 ADAPTIVE MODULATION UNIT  
110 ADAPTIVE MODULATION CONTROL UNIT  
102 RECEPTION PROCESSING UNIT  
201 RECEPTION PROCESSING UNIT  
210 PROPAGATION PATH CONDITION ESTIMATION UNIT  
220 COMMUNICATION QUALITY ESTIMATION UNIT  
202 TRANSMISSION PROCESSING UNIT

(57) **Abstract:** There is provided a communication device for selecting an optimal modulation method even when a propagation path condition is changed, thereby improving the transmission efficiency. In this device, a second communication device (200) has a transmission path condition estimation unit (210) for estimating the propagation path condition change speed in a communication path from the first communication device (100) and a communication quality estimation unit (220) for modifying the communication quality estimation method according to the speed of the change of the propagation path condition and estimating the communication quality according to the modified estimation method. The information on the estimated propagation path condition and the information on the communication quality are transmitted from a transmission processing unit (202) and received by a first communication device (100). In the first communication device (100), an adaptive modulation control unit (110) sets a condition for selecting the modulation method of the signal to be transmitted to the second communication device (200) from a plurality of modulation methods and decides the modulation method according to the set condition and the information on the communication quality.

(57) 要約: 伝搬路状況が変化した場合でも最適な変調方式を選択し、伝送効率を向上させる通信装置。この装置では、第二の通信装置 (200) の伝搬路状況推定部 (210) が、第一の通信装置 (100) からの通信経路における伝搬路状況の変化の速さを推定し、通信品質推定部 (220) が、伝搬路状況の変化の速さに基づいて通信品質の推定方法を変更し、変更した推定方法で通信品質を推定する。推定された伝搬路状況の変化の速さの情報及び通信品質の情報は、送信処理部 (202) から送信され、第一の通信装置 (100) で受信される。第一の通信装置 (100) では、

[続葉有]

WO 2005/094026 A1



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 通信装置及び通信方法

### 技術分野

- [0001] 本発明は、通信装置及び通信方法に関し、特に、適応変調に用いて好適な通信装置及び通信方法に関する。

### 背景技術

- [0002] 近年、マルチメディア通信を実現するために、音声だけでなく、データ、画像といった大容量の情報を高信頼かつ高速に伝送できる情報伝送方式が必要となっている。特に、移動無線伝送路のようにマルチパスフェージングやシャドウイング等が発生する環境下で伝送を行う場合には、その対策が重要な課題となる。
- [0003] このような課題を解決するための一つの技術として、伝搬路の通信品質に応じて変調方式を適応的に変化させて送受信を行う適応変調技術がある（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に開示されている適応変調技術は、TDMA-FDD (Time Division Multiple Access-Frequency Division Duplex) 方式を対象としたものであり、基地局から移動局に信号を送信する下り回線と、移動局から基地局に信号を送信する上り回線とを、異なる周波数チャンネルをそれぞれ時分割多重したチャンネルで構成し、基地局及び移動局は自局の受信信号から自局向けの送信周波数における伝搬路の通信品質を推定して、その推定結果に応じて互いに相手局の変調方式を決定している。具体的には、BERを所定の値以下に保ちつつ、情報伝送速度を最も高いものとすることができる変調方式を選択している。
- [0004] また、通信品質の推定結果に応じて変調方式を選択する方法の一例として、送信側では誤り訂正符号を付加した送信信号を送信し、受信側では誤り訂正符号に基づいた誤り訂正処理で検出したビットエラー率 (BER: Bit Error Rate) に基づいて変調方式を選択する方法がある（例えば、特許文献2参照）。

特許文献1: 特許第3240262号公報

特許文献2: 特開平9-200282号公報

### 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、上述した技術では、相異なる変調方式に切り替える判断が正しく行えず、最適な変調方式を選択できないことがある。例えば、ある通信環境では、変調方式の切り替えの判断が適切であっても、別の通信環境では切り替えの判断が適切ではないことがある。
- [0006] 例えば、送信信号がフレーム単位で構成されており、このフレーム単位で通信を行う通信システムにおいて、伝搬路の通信品質を示すパラメータとして受信電力対雑音比(CNR:Carrier to Noise Ratio)を選択し、変調方式を切り替える基準として、CNRの過去Nフレーム分の平均値を用いる場合、フェージングピッチと伝送効率を最大にする平均化フレーム数Nの関係は単調増加の特性となる。ここで、フェージングピッチとは、受信波の包絡線が著しく落ち込んでいる箇所の間隔のことであり、その単位にはHzを用いることとする。従って、一つの伝搬路の状況を想定してフレーム数Nを固定的に設定していた従来の適応変調方式では、伝搬路の状況が変化した場合に伝送効率が低下することになる。
- [0007] また、例えば、変調方式の切り替え基準とする通信品質としてCNRを用いる場合、フェージングピッチが高くなるほどCNRの正確な推定が困難になり、時間同期誤差がある場合には特に困難になる。その結果、変調方式の切り替えも適切に行えなくなり、伝送効率が低下するといった課題がある。
- [0008] また、例えば、変調方式の切り替え基準とする通信品質として受信信号のフレーム誤り率(FER:Frame Error Rate)を用いる場合、フェージングピッチが高くなるほど、伝送効率を最大にする変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値は小さくなる傾向にある。従って、一つの伝搬路の状況を想定して変調方式の切り替えしきい値を固定的に設定していた従来の適応変調方式では、伝搬路の状況が変化した場合に伝送効率が低下するといった課題がある。
- [0009] このように、伝搬路の通信品質に応じて適応的に変調方式を変える従来の技術においては、伝搬路の状況が変化した場合に変調方式を切り替える判断基準が変動することについて考慮されておらず、最適な変調方式を選択することができず、伝送効率が低下するという課題がある。

[0010] 本発明の目的は、伝搬路状況が変化した場合でも最適な変調方式を選択し、伝送効率を向上させる通信装置及び通信方法を提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0011] 本発明の通信装置は、伝搬路状況の変化の速さを推定する伝搬路状況推定手段と、伝搬路状況の変化の速さに基づいて通信品質の推定方法を変え、通信品質を推定する通信品質推定手段と、前記通信品質推定手段が推定した通信品質を通信相手に送信する送信手段と、前記通信相手により前記通信品質に基づいて決められた変調方式で変調されたデータを受信する受信手段と、前記データを復調する復調手段と、を具備する構成を採る。

[0012] 本発明の通信装置は、伝搬路状況の変化の速さを推定する伝搬路状況推定手段と、伝搬路状況の変化の速さに基づいて推定方法を変えて通信品質を推定する通信品質推定手段と、前記伝搬路状況の変化の速さの情報に基づいて前記通信相手との通信に用いる変調方式を複数の変調方式から選択する条件を設定するしきい値設定手段と、前記しきい値設定手段により設定された条件で前記通信品質から変調方式を選択する変調方式選択手段と、前記選択した変調方式を示す情報を通信相手に送信する送信手段と、を具備する構成を採る。

#### 発明の効果

[0013] 本発明の通信装置及び通信方法によれば、通信品質に応じて適応的に変調方式を切り替える適応変調を用いた通信において、伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて通信品質の推定方法を決定し、決定した推定方法で推定した通信品質に基づいて通信に用いる変調方式を決定し、また、伝搬路状況の変化の速さに基づいて変調方式を選択するしきい値を設定することにより、伝搬路状況が変化した場合でも最適な変調方式を選択し、伝送効率を向上させることができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の実施の形態1に係る通信システムの構成を示すブロック図  
[図2]本発明の実施の形態1に係る第一の通信装置の構成を示すブロック図  
[図3]本発明の実施の形態1に係る第二の通信装置の構成を示すブロック図

[図4]受信フレームと受信信号レベルの変動を示す図

[図5]フェージングピッチと平均化するフレーム数の関係を示す図

[図6]各変調方式におけるCNRとBERとの関係を示す図

[図7]本発明の実施の形態1に係る第二の通信装置の構成を示すブロック図

[図8]本発明の実施の形態1に係る第一の通信装置の構成を示すブロック図

[図9]本発明の実施の形態2に係る第二の通信装置の構成を示すブロック図

[図10]本発明の実施の形態2に係る第一の通信装置の構成を示すブロック図

[図11A]本発明の実施の形態2における変調方式切り替え判断に用いるパラメータを示す遷移図

[図11B]本発明の実施の形態2における変調方式切り替え判断に用いるパラメータを示す遷移図

[図12]本発明の実施の形態2に係る第二の通信装置の構成を示すブロック図

[図13]本発明の実施の形態3に係る第二の通信装置の構成を示すブロック図

[図14]本発明の実施の形態3に係る第一の通信装置の構成を示すブロック図

[図15]本発明の実施の形態3における変調方式切り替え判断に用いるパラメータを示す遷移図

[図16]フェージングピッチとフレームエラーレートとの関係を示す図

[図17]本発明の実施の形態3に係る第二の通信装置の構成を示すブロック図

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。ただし、実施の形態において、同一機能を有する構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0016] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る通信システムの構成を示すブロック図である。図1において、通信システムは第一の通信装置100と第二の通信装置200との間でデジタル変調により無線通信を行う。なお、本実施の形態では、第一の通信装置100から第二の通信装置200への通信路をダウンリンクと呼び、第二の通信装置200から第一の通信装置100への通信路をアップリンクと呼ぶことにする。

- [0017] まず、第一の通信装置100の構成について図2を用いて説明する。図2において、受信処理部102は、第二の通信装置200から送信された無線信号を受信し、無線信号を無線周波数からベースバンド周波数に変換、直交復調、同期処理を行い、ダウンリンクの通信品質の情報を取り出して適応変調制御部110に出力する。通信品質の情報は、例えば、CNR (Carrier to Noise Ratio)、BER (Bit Error Rate)、FER (Frame Error Rate)、PER (Packet Error Rate)、受信信号強度等である。
- [0018] 適応変調制御部110は、受信処理部102から出力された通信品質の情報に基づいて、ダウンリンクで用いる変調方式を決定し、適応変調部103に変調方式を指示する。しきい値設定部111は、変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値を設定し、変調方式選択部112に出力する。変調方式選択部112は、例えば、CNR値と判定しきい値の大きさを比較することにより、ダウンリンクで用いる変調方式を選択する。
- [0019] 適応変調部103は、適応変調制御部110によって選択された変調方式、伝送速度、データ長等、第二の通信装置200における復調に必要な情報を含むヘッダ部を所定の変調方式を用いて変調し、送信処理部101へ出力する。ここで、所定の変調方式は予め固定的に定められており、例えばBPSK又はQPSKである。また、適応変調制御部110で選択された変調方式でユーザデータを含むペイロード部を変調し、送信処理部101に出力する。
- [0020] 送信処理部101は、適応変調部103によって変調された送信データに対して、周波数変換、電力増幅等の送信処理を行い、第二の通信装置200に送信する。
- [0021] 次に、第二の通信装置200の構成について図3を用いて説明する。なお、ダウンリンクでは所定のフレーム単位でデータが伝送されるものとする。図3において、受信処理部201は、第一の通信装置100から送信された信号を受信し、受信した信号に対して増幅処理、無線周波数からベースバンド周波数への周波数変換、同期処理、直交復調等を行う。そして、受信信号のヘッダ部を所定の変調方式(例えばBPSK又はQPSK)を用いて復調し、ペイロード部に用いられている変調方式を示す情報を抽出し、抽出した情報によって示されている変調方式を用いてペイロード部を復調する。また、これらの受信処理の過程で得られた信号のうち何れかの信号を伝搬路状況推定部210と通信品質推定部220に出力する。ここでは、直交復調後のIQベクト

ル信号を出力するものとする。ただし、IQベクトル信号は、第一の通信装置100で構成したフレーム単位で出力されているものとする。

- [0022] 伝搬路状況推定部210は、受信処理部201から出力された信号に基づいて、伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さを示す情報を通信品質推定部220に出力する。例えば、伝搬路状況の変化の速さを表す指標としては、フェージングピッチ、移動体の移動速度、遅延プロファイル、受信信号電力の変動周期等がある。
- [0023] フレーム分割部221は、受信処理部201から出力されたIQベクトル信号に対して所定の間隔で1つ又は複数のブロックに分割する。ここでは、図4Aに示すように、一つの受信フレームを8個のブロックに分割するものとする。また、図4Bは、受信信号レベルの変動を示す図であり、横軸は時刻、縦軸は受信信号レベルを示す。分割されたブロック毎の信号は擬似誤り検出部222に出力される。
- [0024] 擬似誤り検出部222は、フレーム分割部221から出力されたブロック毎のIQベクトル信号に対して所定の変調方式におけるビット誤り数を擬似的に算出し、ブロック毎に算出した擬似ビット誤り数PBEをフェージングピッチ推定部223に出力する。
- [0025] 擬似ビット誤り検出方法としては、「安倍克明、他2名、“適応変調における通信品質推定方式の一検討”、2002年、電子情報通信学会、総合大会、B-5-99」等がある。この擬似ビット誤り検出法は、本来、適応変調技術を用いた通信において使用中の変調方式よりも変調多値数の多い変調方式におけるビット誤りを擬似的に検出することで、より変調多値数の多い変調方式への的確な切り替え判断を提供する手法である。
- [0026] ところで、一般に、同じ伝搬環境下では、多値数の多い変調方式ほどビット誤りが多く発生する。このため、擬似ビット誤り検出法を用いれば、実際に使用中の変調方式におけるビット誤りよりも受信フレーム中のビット誤りの検出頻度が上がる。このことは、受信フレーム中の伝搬路状況の変化をより精度良く推定できることを意味する。本実施の形態では、ブロック毎の信号に対して256QAMで通信した場合の擬似ビット誤り数を算出する。
- [0027] フェージングピッチ推定部223は、擬似誤り検出部222から出力されたブロック毎



に算出された擬似ビット誤り数PBEに基づいて、現在通信している伝搬路のフェージングピッチを推定する。

[0028] ここで、フェージングピッチとは、受信波の包絡線が著しく落ち込んでいる個所の間隔のことである。図4Bに示すように、擬似ビット誤り数PBEが少ないブロックでは受信信号レベルが高く、逆に、擬似ビット誤り数PBEが多いブロックでは受信信号レベルが低いと見なせるため、擬似ビット誤り数PBEが多いブロックの間隔からフェージングピッチを推定する。

[0029] 具体的には、擬似ビット誤り数PBEが所定のしきい値 $ths\_e$ を超えたブロックの間隔を求める。例えば $ths\_e=30$ とすると、図4の場合、受信信号レベルが落ち込む間隔はブロック2とブロック6の間隔、すなわち4ブロック長となる。ここで1ブロック長を $T_b$ 秒とすると、フェージングピッチは $1/4T_b$  [Hz]となる。この値をフェージングピッチとして通信品質推定部220の平均化フレーム数設定部231に出力する。なお、フェージングピッチがランダムな場合には、擬似ビット誤り数PBEがしきい値 $ths\_e$ を超えたブロック間隔の平均値をフェージングピッチとして算出してもよい。

[0030] このように、伝搬路状況推定部210は、受信信号からフェージングピッチを推定することにより、伝搬路状況の変化の速さを推定することができる。

[0031] 通信品質推定部220は、受信処理部201から出力された信号について所定の時間間隔で受信品質を測定する。通信品質推定部220は、伝搬路状況推定部210から出力された伝搬路状況の変化の情報に基づいて、受信品質の情報を平均化するフレーム数を決定し、決定したフレーム数分の受信品質の情報について平均をとる。そして、通信品質推定部220は、平均化した受信品質の情報を送信処理部202に出力する。

[0032] 平均化フレーム数設定部231は、フェージングピッチ推定部223から出力されたフェージングピッチに基づいて、平均化フレーム数 $N$ を設定し、この平均化フレーム数 $N$ を平均化処理部233に出力する。

[0033] すなわち、平均化フレーム数設定部231は、受信品質を平均化するフレーム数 $N$ とフェージングピッチとの関係を用いる。図5に示すように、平均化するフレーム数 $N$ とフェージングピッチとの関係は、フェージングピッチが高い場合は、フェージングピッ

チが低い場合に比べて、受信品質を平均化するフレーム数Nを大きくしたほうが、伝送効率が良くなる傾向にある。

[0034] 具体的には、フェージングピッチが高くなるほど平均化フレーム数Nを大きくすることにより伝送効率が上がり、逆に、フェージングピッチが低くなるほど平均化フレーム数Nを小さくすることにより伝送効率が上がる。例えば、この特性を予め平均化フレーム数設定部231内にテーブルとして用意しておき、平均化フレーム数設定部231は、フェージングピッチの値に応じてテーブルを参照して平均化フレーム数Nを設定する。

[0035] CNR推定部232は、受信フレーム信号からダウンリンクにおける受信信号のCNR値を推定し、推定CNR値を平均化処理部233に出力する。CNR値の推定方法としては、例えば、受信信号の直交復調後に得られるI/QベクトルのIQ平面上における分散状況から推定する方法がある。

[0036] 平均化処理部233は、平均化フレーム数設定部231から出力された平均化フレーム数Nに従い、推定されたCNR値のNフレーム分について平均CNR値を算出することにより、CNRの推定誤差の影響を軽減する。そして、平均化処理部233は、平均CNR値を送信処理部202に出力する。平均CNR値は式(1)により算出すればよい。

[0037] [数1]

$$s8(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=t}^{t-(N-1)} s7(i) \quad \cdots (1)$$

ここで、s7はCNR値を示し、s8は平均CNR値を示す。また、Nは平均化フレーム数を示す。

[0038] 送信処理部202は、平均CNR値を含むデータを変調、ベースバンド周波数から無線周波数に変換、電力増幅して無線信号として送信することにより、第一の通信装置100にダウンリンクの通信品質を通知する。

[0039] このように、第二の通信装置200は、伝搬路状況の変化の速さを示すフェージングピッチを推定し、推定したフェージングピッチに基づいて受信品質を平均化する区間長(フレーム数)を決定する。

[0040] 以下、第二の通信装置200によって測定された通信品質(平均CNR値)に基づいて、第一の通信装置100がQPSK、16QAM、64QAMの3種類の変調方式を切り替える場合について具体的に説明する。

[0041] 第一の通信装置100において、受信処理部102は、第二の通信装置200から送信された信号を受信し、この受信信号に直交復調処理、同期処理等の所定の受信処理を行い、ダウンリンクの通信品質を示す平均CNR値を取り出し、適応変調制御部110に出力する。

[0042] しきい値設定部111は、変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値 $ths\_1$ 、 $ths\_2$ を設定し、変調方式選択部112に出力する。ここで $ths\_1$ はQSPKと16QAMとの切り替え判断に用いる判定しきい値であり、 $ths\_2$ は16QAMと64QAMとの切り替え判断に用いる判定しきい値である。

[0043] 具体的には、本実施の形態では変調方式を切り替える基準とする通信品質として平均CNR値 $s11$ を用いることとしているので、CNRとBERとの関係から、しきい値を決定する。図6は、各変調方式におけるCNRとBERとの関係を示す図である。例えば、図6に示すように、通信システムのBERが $10^{-3}$ を超えないように変調方式を切り替えることを想定する場合には、 $ths\_1 = 16.5\text{dB}$ 、 $ths\_2 = 22.5\text{dB}$ のように設定する。

[0044] 変調方式選択部112は、平均CNR値 $s11$ と判定しきい値 $ths\_1$ 及び $ths\_2$ との大きさを比較することにより、ダウンリンクで用いる変調方式を選択する。具体的には、変調方式選択部112は、平均CNR値 $s11$ が以下に示す式(2)を満たす場合はQPSKを選択し、式(3)を満たす場合には16QAMを選択し、式(4)を満たす場合には64QAMを選択する。そして、変調方式選択部112は、選択した変調方式を示す変調方式情報を適応変調部103に出力し、適応変調部103に変調方式を指示する。

[0045] [数2]

$$s11 < ths\_1 \quad \cdots (2)$$

[0046] [数3]

$$ths\_1 \leq s11 < ths\_2 \quad \cdots (3)$$

[0047] [数4]

$$ths\_2 \leq s11 \quad \cdots (4)$$

- [0048] 適応変調部103は、変調方式情報によって指定された変調方式で送信データを変調し、適応変調信号を送信処理部101に出力する。
- [0049] このように実施の形態1によれば、ダウンリンクの受信信号から伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに応じて受信品質の平均化区間長を設定することにより、受信品質の測定結果の信頼度を高めることができるので、受信品質に応じて切り替える変調方式を精度良く決定することができる。従って、伝送効率を向上させることができる。
- [0050] なお、通信に用いるフレームの単位は特に限定されるものではなく、例えば、時分割多重方式によりタイムスロット単位で通信が行われる場合、タイムスロット単位としてもよいし、複数のタイムスロットにより構成される単位としてもよい。
- [0051] また、本実施の形態では、疑似誤り検出部222がブロック毎の信号に対して疑似ビット誤り数を算出する構成としたが、これに限定されるものではなく、ブロック毎に疑似ビット誤り率を算出する構成としてもよい。また、フェージングピッチを疑似ビット誤り数に基づいて求める構成としたが、これに限定されるものではなく、例えば、実際のビット誤り率やCNR等を算出したうえで、これらの値の分布に基づいてフェージングピッチを求める構成としてもよい。
- [0052] また、本実施の形態では、疑似誤り検出部222がブロック毎の信号を用いて256QAMで通信した際の疑似ビット誤り数を算出する構成としたが、これに限定されるものではなく、受信信号に対して用いられていた変調方式よりも変調多値数の大きい変調方式における疑似ビット誤り数を用いればよく、例えば、受信信号の変調方式がQPSKであった場合には、16QAMで通信した場合の疑似ビット誤り数を算出してもよい。
- [0053] また、本実施の形態では、伝搬路状況の変化の速さを表すパラメータをフェージングピッチとしたが、これに限るものではなく、例えば、移動体の移動速度、遅延プロファイル、受信信号電力の変動周期等としてもよい。
- [0054] また、本実施の形態では、フレーム分割部221が分割したブロック単位をフェージングピッチの算出に用いる構成としたが、これに限るものではなく、例えば、ブロック単位でなくフレーム単位でフェージングピッチを算出する構成としてもよい。この場合

、擬似誤り検出部222における擬似ビット誤り数の算出もフレーム単位で行われる。

[0055] また、本実施の形態では、通信品質推定部220が通信品質としてCNRを推定する構成としたが、これに限定されるものではなく、例えば、BER、FER、PER、受信信号強度等を推定してもよいし、伝搬路状況推定部210がブロック毎に算出した擬似ビット誤り数を所定の平均化フレーム数Nにわたって平均化した値を用いる構成としてもよいし、複数の通信品質を推定する構成としてもよい。

[0056] また、本実施の形態では、変調方式の切り替え判断は第一の通信装置で行う構成としたが、これに限るものではなく、第一の通信装置の適応変調制御部110を第二の通信装置内に配置する構成にしてもよい。この場合の第二の通信装置200aの構成を図7に示す。

[0057] 図7に示すように、平均化処理部233aから出力される平均CNR値s8を適応変調制御部110aの変調方式選択部112aに入力する構成にすればよい。

[0058] このような構成において、変調方式選択部112aは、平均化処理部233aから入力された平均CNR値としきい値設定部111aから入力されたしきい値の大きさを比較し、変調方式を選択する。そして、選択した変調方式を示す変調方式情報を送信処理部202aに出力し、送信処理部202aは変調方式情報を第一の通信装置100aへ送信する。

[0059] 第一の通信装置100aでは、図8に示すように、受信処理部102が受信信号から変調方式情報を抽出し、抽出した変調方式情報に基づいて適応変調部103が送信データに対して変調処理を行う。このようにすれば、アップリンクにおいて、送信できる情報量が少なく、CNR値のような多量の情報を送信できない場合にも適応変調が可能となる。

[0060] また、本実施の形態では、アップリンクで用いる変調方式は特に限定されるものではなく、より確実にデータを伝送できる変調方式であればよく、例えば、BPSKやQPSKを用いる構成にすればよい。

[0061] (実施の形態2)

本発明の実施の形態2では、ダウンリンクの伝搬路の状況を推定し、その推定結果に応じて変調方式を切り替える基準とする通信品質を示すパラメータを選択し、選択

した通信品質パラメータによる推定結果に基づいて変調方式を切り替える場合について説明する。なお、本実施の形態では、第一の通信装置700から第二の通信装置800への通信路をダウンリンクと呼び、第二の通信装置800から第一の通信装置700への通信路をアップリンクと呼ぶことにする。

[0062] 図9は、本発明の実施の形態2に係る第二の通信装置800の構成を示すブロック図である。なお、ダウンリンクでは所定のフレーム単位でデータが伝送されるものとする。図9において、受信処理部801は、第一の通信装置700から送信された無線信号を受信し、受信した信号に対して所定の増幅、周波数変換、変調方式判定、直交復調、検波、誤り訂正、誤り検出等の処理を行う。そして、直交復調後のIQベクトル信号をフレーム分割部221とCNR推定部232へ出力し、受信フレーム毎の誤り検出結果をFER推定部822へ出力する。

[0063] 直交復調部811は、第一の通信装置700から送信された無線信号を直交復調することにより、IQベクトル信号を取得し、IQベクトル信号を同期検波部812、フレーム分割部221、CNR推定部232に出力する。

[0064] 同期検波部812は、直交復調部811から出力されたIQベクトル信号に対して同期検波処理を行い、ビットデータを誤り検出部813に出力する。

[0065] 誤り検出部813は、同期検波部812から出力されたビットデータに対して第一の通信装置700で付加された誤り訂正符号及び誤り検出符号を用いて誤り訂正及び誤り検出処理を行い、受信フレーム毎の誤り検出結果をFER推定部822に出力する。

[0066] 通信品質推定部802は、受信処理部801の直交復調部811から出力されたIQベクトル信号と誤り検出部813から出力された誤り検出結果とから複数の推定方法で通信品質を推定する。すなわち、変調方式を切り替える基準とする通信品質を示すパラメータをフェージングピッチに応じて選択する。通信品質推定部802は、選択したパラメータでダウンリンクの通信品質を推定し、選択したパラメータを示す情報と選択したパラメータによる推定結果を送信処理部202に出力する。

[0067] 通信品質を示すパラメータとしては、BER、FER、CNR、PER、受信信号強度等があるが、本実施の形態では、CNRとFERとを推定し、フェージングピッチに基づいて、CNRとFERの何れかを選択する。

[0068] 通信品質選択部821は、伝搬路状況推定部210のフェージングピッチ推定部223から出力されたフェージングピッチに基づいて、変調方式を切り替える基準とする通信品質を示すパラメータを選択し、選択したパラメータを示す情報を切り替え部823と送信処理部202に出力する。

[0069] 本実施の形態では、通信品質を示すパラメータとしてCNRとFERを用いることとしており、一般に、CNRはFERに比べ通信品質を厳密に表すことができるが、伝搬路のフェージングピッチが高くなるほど、フレーム長に対して受信信号の包絡線の変動、及び位相の変動が速くなり、受信信号の振幅、位相の補償が困難になるため、CNR推定精度が劣化してしまう可能性がある。一方、FERはCNRに比べ通信品質としての信頼性は低い、受信フレーム内のビット誤りの有無により推定することができる。

[0070] すなわち、FERは、フレーム内に誤りがいくつ生じていようが1フレーム誤りとしてカウントするため、フェージングピッチ、同期誤差の影響を受けにくいという特徴がある。具体的には、フェージングピッチが所定のしきい値ths\_fよりも低い場合には、図11Aに示すように、通信品質パラメータとしてCNRを選択し、逆に、フェージングピッチがths\_fよりも高い場合には、図11Bに示すようにFERを選択する。

[0071] CNR推定部232は、受信処理部801の直交復調部811から出力されたIQベクトル信号に基づいて、ダウンリンクにおける受信信号のCNRを推定し、推定CNR値を切り替え部823に出力する。

[0072] FER推定部822は、受信処理部801の誤り検出部813から出力されたフレーム毎の誤り検出結果に基づいてFERを推定し、FER推定値を切り替え部823に出力する。FERの推定方法としては、例えば、フレーム内に誤りが生じていた場合には、フレーム誤り数f\_errをカウントするとともに、受信フレーム総数f\_allをカウントし、式(5)によりFER推定値s26を推定する。

[0073] [数5]

$$s26 = \frac{f\_err}{f\_all} \quad \dots (5)$$

[0074] 切り替え部823は、通信品質選択部821から出力されたパラメータ情報を入力とし

、パラメータ情報によって示された通信品質を示すパラメータを選択し、選択したパラメータによる推定結果(選択推定結果)を平均化処理部825に出力する。

[0075] 平均化処理部825は、切り替え部823から出力された選択推定結果に対し、所定の数Nに基づいて過去Nフレーム分の選択推定値を用いて平均化処理を行い、選択推定値の平均値である平均推定値s13を送信処理部202に出力する。平均推定値s13は具体的には式(6)により算出される。

[0076] [数6]

$$s13 = \frac{1}{N} \sum_{i=t-(N-1)}^{t-1} s27(i) \quad \cdots (6)$$

[0077] 送信処理部202は、通信品質選択部821から出力されたパラメータ情報と平均化処理部825から出力された平均推定値に対して所定の送信処理を施し、送信信号を出力することにより、ダウンリンクの通信品質として用いたパラメータと平均推定値とを第一の通信装置700に通知する。所定の送信処理とは、例えば、周波数変換処理、増幅処理等のことである。

[0078] 以下、第二の通信装置800から送信されたパラメータ情報等に基づいて、第一の通信装置700がQPSK、16QAM、64QAMの3種類の変調方式を切り替える場合について具体的に説明する。

[0079] 図10は、本発明の実施の形態2に係る第一の通信装置700の構成を示すブロック図である。図10において、受信処理部701は、第二の通信装置800から送信された信号を受信し、受信した信号に対して周波数変換、直交復調処理、同期処理等を行う。そして、受信した信号からダウンリンクの通信品質推定に用いたパラメータ情報とパラメータの平均推定値とを取り出し、パラメータ情報をしきい値設定部721に出力し、平均推定値を変調方式選択部722に出力する。ここでは、パラメータ情報はFERを示すものとする。

[0080] 適応変調制御部702は、変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値をパラメータ情報に応じて設定し、平均推定値を判定しきい値と比較することにより、第一の通信装置700がダウンリンクで用いる変調方式を選択し、選択した変調方式を示す変調方式情報を適応変調部103に出力する。



[0081] しきい値設定部721は、変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値ths\_3、ths\_4をパラメータ情報に応じて設定し、変調方式選択部722に出力する。ここで、ths\_3は、現在使用している変調方式よりも変調多値数の小さい変調方式への切り替え判断に用いる判定しきい値であり、ths\_4は、現在使用している変調方式よりも変調多値数の大きい変調方式への切り替え判断に用いる判定しきい値である。例えば、ths\_3=0.5、ths\_4=0.1のように設定する。

[0082] 変調方式選択部722は、平均推定値と判定しきい値ths\_3、ths\_4の大きさを比較することにより、ダウンリンクで用いる変調方式を選択する。具体的には、変調方式選択部722は、平均推定値s19が式(7)を満たす場合は、現在使用している変調方式よりも変調多値数の小さい変調方式を選択する。例えば、現在の変調方式が16QAMである場合には、QPSKを選択し、現在の変調方式が64QAMである場合には、16QAMを選択する。ただし、現在使用している変調方式が、選択可能な変調方式の中で最も変調多値数の小さい方式(本実施の形態ではQPSK)である場合には、それ以上変調多値数の小さい方式を選択することが不可能であるため、現在の変調方式を継続して選択する。式(8)を満たす場合には、そのとき使用している変調方式を継続して選択する。また、式(9)を満たす場合には、現在使用している変調方式よりも変調多値数の大きい変調方式を選択する。例えば、現在の変調方式が16QAMである場合には、64QAMを選択し、現在の変調方式がQPSKである場合には、16QAMを選択する。ただし、現在使用している変調方式が、選択可能な変調方式の中で最も変調多値数の大きい方式(本実施の形態では64QAM)である場合には、それ以上変調多値数の大きい方式を選択することが不可能であるため、現在の変調方式を継続して選択する。

[0083] [数7]

$$s19 \leq ths\_3 \quad \cdots (7)$$

[0084] [数8]

$$ths\_3 < s19 \leq ths\_4 \quad \cdots (8)$$

[0085] [数9]

$$ths\_4 < s19 \quad \cdots (9)$$

- [0086] このように実施の形態2によれば、第二の通信装置において、伝搬路状況の変化に基づいて通信品質の推定方法を選択し、選択した推定方法で推定した通信品質を第一の通信装置に通知し、第一の通信装置において、この通信品質に基づいて変調方式を選択することにより、伝搬路状況により適した変調方式を選択することができるので、伝送効率を向上させることができる。
- [0087] なお、本実施の形態では、疑似誤り検出部222がブロック毎に疑似ビット誤り数を算出する構成としたが、これに限定されるものではなく、例えば、ブロック毎に疑似ビット誤り率を算出する構成としてもよく、実際のビット誤り率やCNR等を算出する構成としてもよい。また、伝搬路の状況を示すパラメータとして推定されたフェージングピッチを用いることとしたが、これに限るものではなく、例えば、遅延スプレッドとしてもよい。
- [0088] また、本実施の形態では、受信処理部801は同期検波を行う構成にしたが、これに限るものではなく、受信信号を復調できればよく、例えば、同期検波の代わりに遅延検波を行う構成にしてもよい。
- [0089] また、本実施の形態では、図9において、しきい値設定部721がFERに対するしきい値を設定する構成となっているが、通信品質選択部821において通信品質パラメータとしてCNRを選択した場合には、しきい値設定部721はCNRに対応するしきい値を設定する構成にすればよく、変調方式選択部722における変調方式の切り替え判断法もCNRに読み替えればよく、その他のパラメータを選択した場合も同様である。
- [0090] また、本実施の形態では、変調方式の切り替え判断を第一の通信装置700で行う構成としたが、これに限るものではなく、第一の通信装置700の適応変調制御部702を第二の通信装置800内に配置する構成にしてもよい。この場合の第二の通信装置800aの構成を図12に示す。
- [0091] 図12に示すように平均化処理部825aから出力される平均推定値を適応変調制御部702aの変調方式選択部722aに入力し、通信品質選択部821aから出力されるパラメータ情報をしきい値設定部721aに入力する構成にすればよい。
- [0092] このような構成において、しきい値設定部721aは、パラメータ情報に応じて変調方

式の切り替え判断に用いる判定しきい値を設定し、変調方式選択部722aに出力する。変調方式選択部722aは、平均化処理部825aから入力された平均推定値としきい値設定部721aから入力されたしきい値の大きさを比較し、変調方式を選択する。そして、選択した変調方式を示す変調方式情報を送信処理部202aに出力し、送信処理部202aは変調方式情報を第一の通信装置700aへ送信する。

[0093] 第一の通信装置700aの構成は図8に示す構成と同じであり、動作は実施の形態1に記載の動作と同じである。このようにすれば、アップリンクにおいて、送信できる情報量が少なく、通信品質推定値そのもののように多量の情報を送信できない場合にも適応変調が可能となる。

[0094] なお、本実施の形態は実施の形態1と組み合わせて実施することもできる。更に、本実施の形態はプログラムによって実現可能である。

[0095] (実施の形態3)

本発明の実施の形態3では、ダウンリンクの伝搬路の状況を推定し、その推定結果に応じてしきい値設定部1021において変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値を設定する場合について説明する。なお、本実施の形態では、第一の通信装置1000から第二の通信装置1100への通信路をダウンリンクと呼び、第二の通信装置1100から第一の通信装置1000への通信路をアップリンクと呼ぶことにする。

[0096] 図13は、本発明の実施の形態3に係る第二の通信装置1100の構成を示すブロック図である。なお、ダウンリンクでは所定のフレーム単位でデータが伝送されるものとする。図13において、通信品質推定部1101は、受信処理部801の誤り検出部813から出力された誤り検出結果からダウンリンクにおける通信品質を推定し、通信品質の推定結果を送信処理部1102に出力する。通信品質を示すパラメータとしては、BER、FER、CNR等があるが、本実施の形態ではFERを用いることとする。

[0097] FER推定部1111は、受信処理部801の誤り検出部813から出力された誤り検出結果に基づいてFERを推定し、FER推定値を平均化処理部1112に出力する。

[0098] 平均化処理部1112は、FER推定部1111から出力されたFER推定値を平均化し、平均化したFER推定値(平均推定値s19)を送信処理部1102に出力する。

[0099] 送信処理部1102は、フェージングピッチ推定部223から出力されたフェージング

ピッチと、通信品質推定部1101の平均化处理部1112から出力された平均推定値s19に対して所定の送信処理を行い、送信信号を出力して、第一の通信装置1000にダウンリンクの伝搬路状況と通信品質とを通知する。所定の送信処理とは、例えば、周波数変換処理、増幅処理等のことである。

[0100] 以下、第二の通信装置1100から送信されたパラメータ情報等に基づいて、第一の通信装置1000がQPSK、16QAM、64QAMの3種類の変調方式を切り替える場合について具体的に説明する。

[0101] 図14は、本発明の実施の形態3に係る第一の通信装置1000の構成を示すブロック図である。図14において、受信処理部1001は、第二の通信装置1100から送信された信号を受信し、受信した信号に対して周波数変換、直交復調処理、同期処理等を行う。そして、受信した信号からダウンリンクの通信品質の平均推定値s19と伝搬路状況を示すフェージングピッチとを取り出し、平均推定値s19を変調方式選択部1022に出力し、フェージングピッチをしきい値設定部1021に出力する。

[0102] 適応変調制御部1002は、変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値をフェージングピッチに応じて設定し、平均推定値s19を判定しきい値と比較することにより、第一の通信装置1000がダウンリンクで用いる変調方式を選択し、選択した変調方式を示す変調方式情報を適応変調部103に出力する。

[0103] しきい値設定部1021は、受信処理部1001から出力されたフェージングピッチに基づいて、変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値ths\_1\_a、ths\_1\_b、ths\_2\_b、ths\_2\_aを設定し、判定しきい値を変調方式選択部1022に出力する。

[0104] 図15に示すように、ths\_1\_aはQPSKから16QAMへの切り替え判断に用いる判定しきい値であり、ths\_1\_bは16QAMから64QAMへの切り替え判断に用いる判定しきい値である。また、ths\_2\_aは16QAMからQPSKへの切り替え判断に用いる判定しきい値であり、ths\_2\_bは64QAMから16QAMへの切り替え判断に用いる判定しきい値である。

[0105] 具体的には、変調方式の切り替え判断に用いる指標としてFERを用いた場合、図16に示すように、フェージングピッチが高くなるほど伝送効率を最大にする変調方式の判定しきい値は小さくなり、逆に、フェージングピッチが低くなるほど判定しきい値

は大きくなる傾向にある。従って、しきい値設定部1021は、フェージングピッチが高い場合の判定しきい値を、フェージングピッチが低い場合の判定しきい値より小さくする。このことは、伝搬路状況の変化が速いほど、高速な変調方式へ切り替えにくくすることに相当する。しきい値設定部1021は、例えば、この特性を予めテーブルとして用意しておき、フェージングピッチの値に応じてこのテーブルを参照し、しきい値を設定する。

[0106] 変調方式選択部1022は、受信処理部1001から出力された平均推定値s19としきい値設定部1021から出力された判定しきい値ths\_1\_a、ths\_1\_b、ths\_2\_b、ths\_2\_aとを入力とし、平均推定値s19と判定しきい値ths\_1\_a、ths\_1\_b、ths\_2\_b、ths\_2\_aの大きさを比較することにより、第一の通信装置1000がダウンリンクで用いる変調方式を選択する。具体的には、変調方式選択部1022は、平均推定値s19が式(10)又は式(11)を満たす場合にはQPSKを選択し、式(12)又は式(13)を満たす場合には16QAMを選択し、式(14)又は式(15)を満たす場合には64QAMを選択し、選択した変調方式を示す変調方式情報を適応変調部103に出力する。

[0107] [数10]

$$s19 \leq ths\_1\_a \quad \cdots (10)$$

[0108] [数11]

$$s19 \leq ths\_1\_b \quad \cdots (11)$$

[0109] [数12]

$$ths\_1\_a \leq s19 \leq ths\_2\_a \quad \cdots (12)$$

[0110] [数13]

$$ths\_1\_b \leq s19 \leq ths\_2\_b \quad \cdots (13)$$

[0111] [数14]

$$ths\_2\_a \leq s19 \quad \cdots (14)$$

[0112] [数15]

$$ths\_2\_b \leq s19 \quad \cdots (15)$$

これらのしきい値ths\_1\_a、ths\_1\_b、ths\_2\_b、ths\_2\_aは、しきい値設定部1021におい

て、フェージングピッチに応じて設定される。

- [0113] このように実施の形態3によれば、伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに応じて変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値を設定し、判定しきい値とダウンリンクの通信品質推定値との比較結果に基づいて、変調方式を選択することより、伝搬路状況により適した変調方式を選択することができるので、伝送効率を向上させることができる。
- [0114] なお、通信に用いるフレームの単位は特に限定されるものではなく、例えば、時分割多重方式によりタイムスロット単位で通信が行われる場合、タイムスロット単位としてもよいし、複数のタイムスロットにより構成されるフレームによる単位としてもよい。
- [0115] なお、本実施の形態では、伝搬路状況推定部210がブロック毎の信号に対して擬似ビット誤り数を算出する構成としたが、これに限定されるものではなく、例えば、ブロック毎に擬似ビット誤り率を算出する構成としてもよいし、実際のビット誤り率やCNR等を算出する構成としてもよい。また、伝搬路の状況を表す指標をフェージングピッチとしたが、これに限るものではなく、例えば、遅延スプレッドとしてもよい。
- [0116] また、本実施の形態では、変調方式の切り替え判断は第一の通信装置1000で行う構成としたが、これに限るものではなく、第一の通信装置の適応変調制御部1002を第二の通信装置内に配置する構成にしてもよい。この場合の第二の通信装置1100aの構成を図17に示す。
- [0117] 図17に示すように、平均化処理部1112aから出力される平均推定値を適応変調制御部1002aの変調方式選択部1022aに入力し、フェージングピッチ推定部223aから出力されるフェージングピッチをしきい値設定部1021aに入力する構成にすればよい。
- [0118] このような構成において、しきい値設定部1021aは、フェージングピッチに応じて変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値を設定し、変調方式選択部1022aに出力する。変調方式選択部1022aは、平均化処理部1112aから入力された平均推定値としきい値設定部1021aから入力されたしきい値の大きさを比較し、変調方式を選択する。そして、選択した変調方式を示す変調方式情報を送信処理部1102aに出力し、送信処理部1102aは前記変調方式情報を第一の通信装置1000aへ送信

する。

[0119] 第一の無線装置1000aの構成は図8に示す構成と同じであり、動作は実施の形態1に記載の動作と同じである。このようにすれば、アップリンクにおいて、送信できる情報量が少なく、通信品質推定値そのもののようにより多量の情報を送信できない場合にも適応変調が可能となる。

[0120] なお、本実施の形態は実施の形態1又は実施の形態2と組み合わせて実施することもできる。更に、本実施の形態はプログラムによって実現可能である。

[0121] (その他の実施の形態)

上述した実施の形態1〜3では、シングルキャリアの変調信号で通信を行った場合に、伝搬路状況の変化の速さを推定し、その推定結果に基づいて変調方式の切り替え制御方式を選択する場合について述べたが、本発明はこれに限るものではない。

[0122] 例えば、シングルキャリア変調信号の代わりに一次変調としてQPSKや多値QAMにより適応変調が施された後、二次変調として、例えば、直交周波数分割多重(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式が施されるようなマルチキャリア信号を用いて通信を行う場合にも適用可能である。

[0123] マルチキャリア信号に対する切り替え制御方法として、例えば、伝搬路状況推定部においてサブキャリア毎に伝搬路の状況を推定することにより、伝搬路に周波数選択性フェージングが生じているかどうかの推測が可能となる。

[0124] 具体的には、マルチキャリア信号の帯域内にフェージングによる周波数成分毎の受信電力の落ち込みが頻繁に発生しているような状況では、等価的に遅延スプレッドの大きいマルチパスが存在する環境であると推測することができ、推定した伝搬路の状況に応じて制御方法を変えることができる。

[0125] 制御方法の変更例としては、例えば、実施の形態1のように伝搬路の状況に応じて通信品質の推定に用いるフレーム数を設定するようにしてもよい。

[0126] 具体的には、周波数成分毎の受信電力の落ち込みが多い状況下では、通信品質の推定に用いるフレーム数を増加させるように制御し、逆に、周波数成分毎の受信電力の落ち込みが少ない場合にはフレーム数を減少させるように制御してもよい。もしくはサブキャリア毎に適応変調の制御を独立に行っているシステムの場合には、受信

電力の落ち込みのあるサブキャリアとそうでないサブキャリアとで別々の制御を行い、特に上記でのフレーム数を変えるように制御してもよい。

[0127] また、実施の形態2のように変調方式を切り替える基準とする通信品質を示すパラメータを選択するようにしてもよい。

[0128] また、実施の形態3のように伝搬路状況の推定結果に基づいて、変調方式の切り替え判断に用いる判定しきい値を設定してもよい。具体的には、周波数成分毎の受信電力の落ち込みが多い場合には、より変調多値数の少ない変調方式が選択されるように判定しきい値を設定し、逆に、周波数成分毎の受信電力の落ち込みが少ない場合には、より変調多値数が大きい変調方式を選択するように判定しきい値を設定する。

[0129] 以上のようにすれば、マルチキャリア信号を用いて通信を行う場合にも、実施の形態1〜3と同様の効果を得ることが可能となる。

[0130] また、実施の形態1〜3において説明した発明は、二次変調としてスペクトル拡散により符号分割多重が施された信号に対しても適用可能である。このとき、逆拡散後の信号が所定のフレーム単位で構成されていれば、上述の実施の形態1〜3で述べたIQベクトル信号s4を逆拡散後の信号と読み替えることにより、実施の形態1〜3と同様の効果を得ることが可能となる。

[0131] 更に、本発明は二次変調に周波数ホッピング処理が施された信号に対しても適用可能である。

[0132] また、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、上記実施の形態では、通信装置として行う場合について説明しているが、これに限られるものではなく、この通信方法をソフトウェアとして行うことも可能である。

[0133] 例えば、上記通信方法を実行するプログラムを予めROM(Read Only Memory)に格納しておき、そのプログラムをCPU(Central Processor Unit)によって動作させるようにしてもよい。

[0134] また、上記通信方法を実行するプログラムをコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に格納し、記憶媒体に格納されたプログラムをコンピュータのRAM(Random



Access Memory)に記録して、コンピュータをそのプログラムにしたがって動作させるようにしてもよい。

- [0135] 本発明の第1の態様は、伝搬路状況の変化の速さを推定する伝搬路状況推定手段と、伝搬路状況の変化の速さに基づいて通信品質の推定方法を変え、通信品質を推定する通信品質推定手段と、前記通信品質推定手段が推定した通信品質を通信相手に送信する送信手段と、前記通信相手により前記通信品質に基づいて決められた変調方式で変調されたデータを受信する受信手段と、前記データを復調する復調手段と、を具備する通信装置である。
- [0136] 本発明の第2の態様は、伝搬路状況の変化の速さを推定する伝搬路状況推定手段と、伝搬路状況の変化の速さに基づいて推定方法を変えて通信品質を推定する通信品質推定手段と、前記伝搬路状況の変化の速さの情報に基づいて前記通信相手との通信に用いる変調方式を複数の変調方式から選択する条件を設定するしきい値設定手段と、前記しきい値設定手段により設定された条件で前記通信品質から変調方式を選択する変調方式選択手段と、前記選択した変調方式を示す情報を通信相手に送信する送信手段と、を具備する通信装置である。
- [0137] 本発明の第3の態様は、上記態様において、前記通信品質推定手段が、伝搬路状況の変化が速い場合に通信品質を平均化する区間長を、伝搬路状況の変化が遅い場合に通信品質を平均化する区間長より長くして、通信品質の情報を平均化して推定する通信装置である。
- [0138] これらの構成によれば、受信信号の伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに応じて通信品質の推定方法を変えることにより、伝搬路状況により適した変調方式を選択することができるので、伝送効率を向上させることができる。
- [0139] 本発明の第4の態様は、上記態様において、前記通信品質推定手段が、複数の推定方法で通信品質を推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて前記複数の推定方法のいずれかで推定した通信品質を選択する通信装置である。
- [0140] この構成によれば、受信側において、伝搬路状況の変化に基づいて通信品質の推定方式を選択し、選択した推定方式で推定した通信品質を送信側に通知し、送信側において、この通信品質に基づいて複数の変調方式のいずれかを選択し、選択した

変調方式で信号を送信することにより、伝搬路状況により適した変調方式を選択することができるので、伝送効率を向上させることができる。

[0141] 本発明の第5の態様は、上記態様において、前記通信品質推定手段が、複数の推定方法で通信品質を推定し、伝搬路状況の変化の速さが所定の閾値より速い場合に選択する推定方法が、伝搬路状況の変化の速さが所定の閾値より遅い場合に選択する推定方法より長い区間長を推定する方法である通信装置である。

[0142] 本発明の第6の態様は、上記態様において、前記通信品質推定手段が、複数の推定方法で通信品質を推定し、伝搬路状況の変化の速さが所定の閾値より速い場合にフレームエラーレートを推定し、伝搬路状況の変化の速さが所定の閾値より遅い場合に受信電力対雑音比を推定する通信装置である。

[0143] これらの構成によれば、受信信号の伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに応じて変調方式を切り替える判定条件を変化させ、通信品質に基づいて変調方式を選択し、選択した変調方式でデータを送信することにより、伝送効率を向上させることができる。

[0144] 本発明の第7の態様は、通信相手により推定された伝搬路状況の変化の速さの情報を受信する受信手段と、前記伝搬路状況の変化の速さの情報に基づいて前記通信相手に送信する信号の変調方式を、複数の変調方式から選択する条件を設定する閾値設定手段と、前記閾値設定手段により設定された条件と通信相手が受信した信号の受信品質とに基づいて、変調方式を選択する変調方式選択手段と、前記変調方式選択手段により選択された変調方式でデータを変調する適応変調手段と、変調されたデータを無線信号で送信する送信手段と、を具備する通信装置である。

[0145] 本発明の第8の態様は、上記態様において、前記閾値設定手段が、前記伝搬路状況の変化の速さが速い場合の閾値を前記伝搬路状況の変化の速さが遅い場合の閾値よりも変調方式が切り替わり難くなるように設定する通信装置である。

[0146] これらの構成によれば、受信信号の伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに応じて受信品質推定方法を変えることにより、伝搬路状況により適した変調方式を選択することができるので、伝送効率を向上させることができる。

[0147] 本発明の第9の態様は、上記態様において、前記伝搬路状況推定手段が、受信信号

を所定のデータサイズに分割し、分割したデータ単位で受信品質の変動を検出することにより、伝搬路状況の変化の速さを推定する通信装置である。

[0148] この構成によれば、1フレーム内で伝搬路が変化するような通信環境下においても、伝搬路状況の変化の速さを的確に推定することができるため、伝搬路状況により適した変調方式を選択することができるので、伝送効率を向上させることができる。

[0149] 本発明の第10の態様は、受信側は、伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて通信品質の推定方法を変え、通信品質を推定し、推定した通信品質の情報及び伝搬路状況の変化の速さの情報を送信側に送信し、前記送信側は、前記受信側から送信された通信品質の情報伝搬路状況の変化の速さの情報を受信し、前記伝搬路状況の変化の速さの情報に基づいて、前記受信側に送信する信号の変調方式を複数の変調方式から選択する条件を設定し、設定された条件と前記受信側で受信された信号の通信品質とに基づいて変調方式を選択し、選択された変調方式でデータを変調し、変調されたデータを無線信号で送信し、前記受信側は、前記送信側により決められた変調方式で変調されたデータを受信し、前記データを復調する通信方法である。

[0150] 本発明の第11の態様は、受信側は、伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて推定方法を変えて通信品質を推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて送信側が受信側に送信する信号の変調方式を複数の変調方式から選択する条件を設定し、設定された条件で受信信号の通信品質から変調方式を選択し、選択した変調方式を示す情報を送信側に送信し、前記送信側は、前記受信側で選択された変調方式を示す情報を受信し、選択された変調方式でデータを変調し、変調されたデータを無線信号で送信し、前記受信側は、選択した変調方式で送信側により変調されたデータを受信し、前記データを復調する通信方法である。

[0151] これらの方法によれば、受信信号の伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに応じて受信品質の測定方式を変えることにより、伝搬路状況により適した変調方式を選択することができるので、伝送効率を向上させることができる。

[0152] 本明細書は、2004年3月29日出願の特願2004-096569及び2005年3月17日出願の特願2005-077580に基づくものである。この内容は全てここに含めておく。

### 産業上の利用可能性

[0153] 本発明は、伝搬路の通信品質に応じて適応的に変調方式を変える通信システムの通信装置及び通信方法に用いるに好適である。

### 請求の範囲

- [1] 伝搬路状況の変化の速さを推定する伝搬路状況推定手段と、  
伝搬路状況の変化の速さに基づいて通信品質の推定方法を変え、通信品質を推定する通信品質推定手段と、  
前記通信品質推定手段が推定した通信品質を通信相手に送信する送信手段と、  
前記通信相手により前記通信品質に基づいて決められた変調方式で変調されたデータを受信する受信手段と、  
前記データを復調する復調手段と、  
を具備する通信装置。
- [2] 伝搬路状況の変化の速さを推定する伝搬路状況推定手段と、  
伝搬路状況の変化の速さに基づいて推定方法を変えて通信品質を推定する通信品質推定手段と、  
前記伝搬路状況の変化の速さの情報に基づいて前記通信相手との通信に用いる変調方式を複数の変調方式から選択する条件を設定するしきい値設定手段と、  
前記しきい値設定手段により設定された条件で前記通信品質から変調方式を選択する変調方式選択手段と、  
前記選択した変調方式を示す情報を通信相手に送信する送信手段と、  
を具備する通信装置。
- [3] 前記通信品質推定手段は、伝搬路状況の変化が速い場合に通信品質を平均化する区間長を、伝搬路状況の変化が遅い場合に通信品質を平均化する区間長より長くして、通信品質の情報を平均化して推定する請求項1に記載の通信装置。
- [4] 前記通信品質推定手段は、複数の推定方法で通信品質を推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて前記複数の推定方法のいずれかで推定した通信品質を選択する請求項1に記載の通信装置。
- [5] 前記通信品質推定手段は、複数の推定方法で通信品質を推定し、伝搬路状況の変化の速さが所定の閾値より速い場合に選択する推定方法が、伝搬路状況の変化の速さが所定の閾値より遅い場合に選択する推定方法より長い区間長を推定する方法である請求項4に記載の通信装置。

- [6] 前記通信品質推定手段は、複数の推定方法で通信品質を推定し、伝搬路状況の変化の速さが所定の閾値より速い場合にフレームエラーレートを推定し、伝搬路状況の変化の速さが所定の閾値より遅い場合に受信電力対雑音比を推定する請求項5に記載の通信装置。
- [7] 通信相手により推定された伝搬路状況の変化の速さの情報を受信する受信手段と、  
、  
前記伝搬路状況の変化の速さの情報に基づいて前記通信相手に送信する信号の変調方式を、複数の変調方式から選択する条件を設定する閾値設定手段と、  
前記閾値設定手段により設定された条件と通信相手が受信した信号の受信品質とに基づいて、変調方式を選択する変調方式選択手段と、  
前記変調方式選択手段により選択された変調方式でデータを変調する適応変調手段と、  
変調されたデータを無線信号で送信する送信手段と、  
を具備する通信装置。
- [8] 前記閾値設定手段は、前記伝搬路状況の変化の速さが速い場合の閾値を、前記伝搬路状況の変化の速さが遅い場合の閾値よりも、変調方式が切り替わり難くなるように設定する請求項2に記載の通信装置。
- [9] 前記伝搬路状況推定手段は、受信信号を所定のデータサイズに分割し、分割したデータ単位で受信品質の変動を検出することにより、伝搬路状況の変化の速さを推定する請求項1に記載の通信装置。
- [10] 受信側は、伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて通信品質の推定方法を変え、通信品質を推定し、推定した通信品質の情報及び伝搬路状況の変化の速さの情報を送信側に送信し、  
前記送信側は、前記受信側から送信された通信品質の情報伝搬路状況の変化の速さの情報を受信し、前記伝搬路状況の変化の速さの情報に基づいて、前記受信側に送信する信号の変調方式を複数の変調方式から選択する条件を設定し、設定された条件と前記受信側で受信された信号の通信品質とに基づいて変調方式を選択し、選択された変調方式でデータを変調し、変調されたデータを無線信号で送信

し、

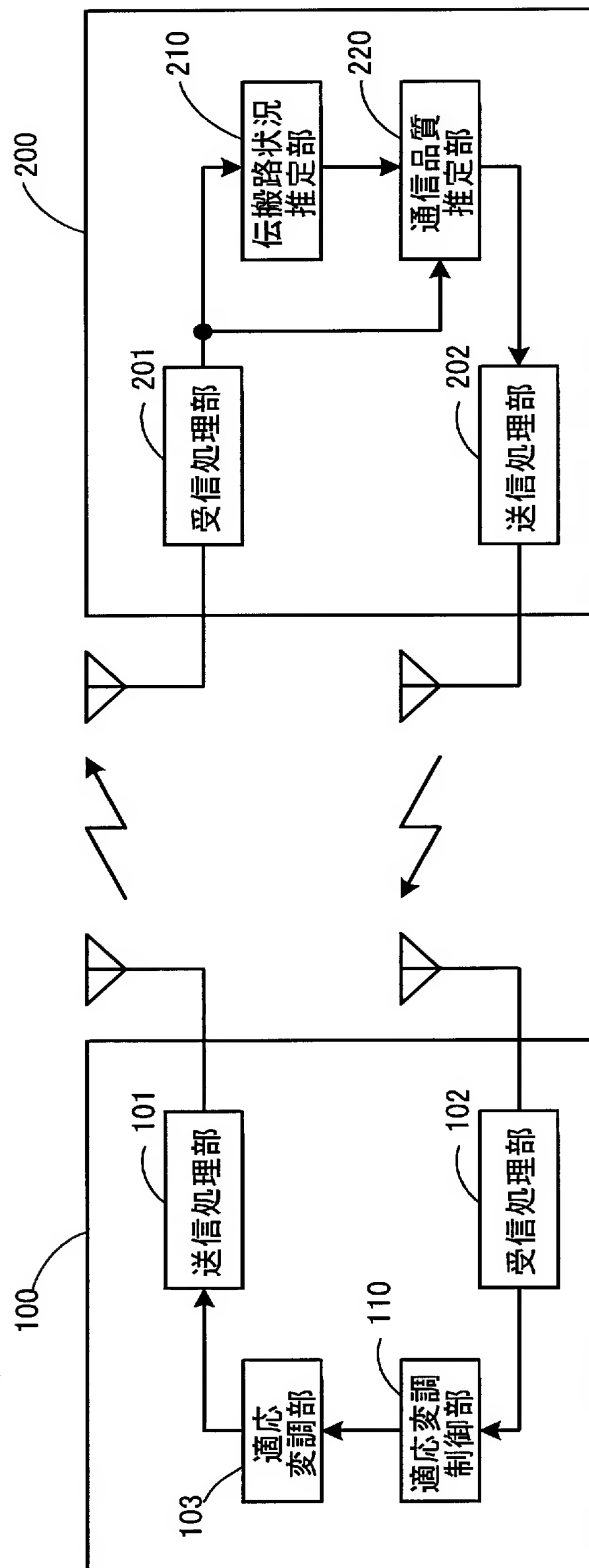
前記受信側は、前記送信側により決められた変調方式で変調されたデータを受信し、前記データを復調する通信方法。

- [11] 受信側は、伝搬路状況の変化の速さを推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて推定方法を変えて通信品質を推定し、伝搬路状況の変化の速さに基づいて送信側が受信側に送信する信号の変調方式を複数の変調方式から選択する条件を設定し、設定された条件で受信信号の通信品質から変調方式を選択し、選択した変調方式を示す情報を送信側に送信し、

前記送信側は、前記受信側で選択された変調方式を示す情報を受信し、選択された変調方式でデータを変調し、変調されたデータを無線信号で送信し、

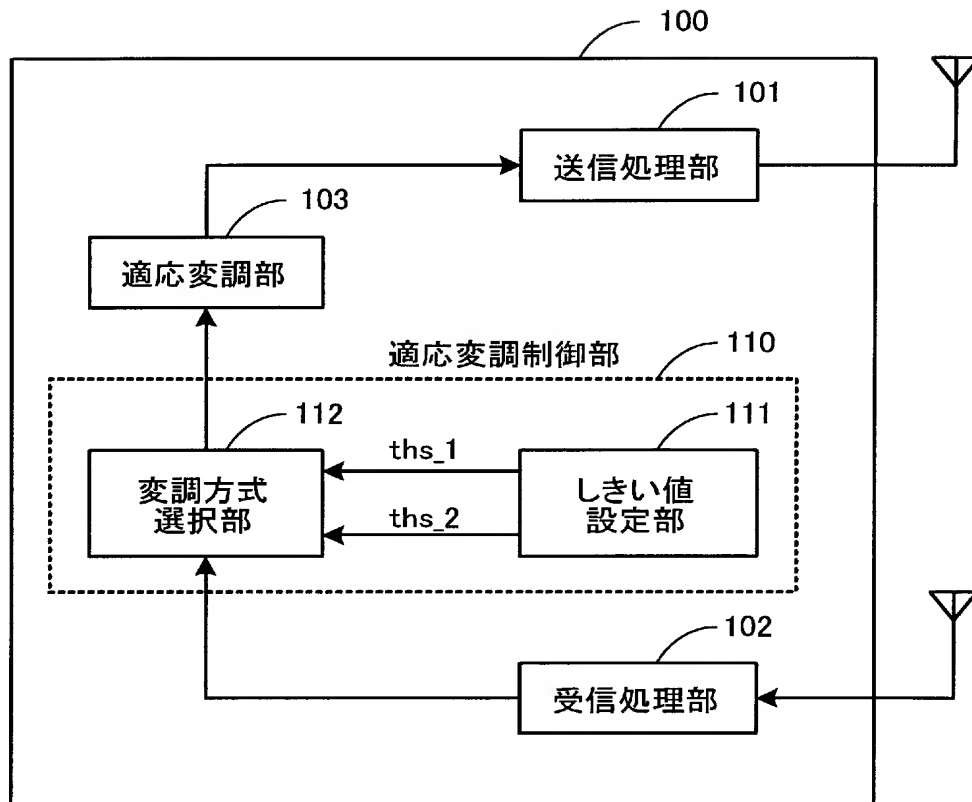
前記受信側は、選択した変調方式で送信側により変調されたデータを受信し、前記データを復調する通信方法。

[図1]

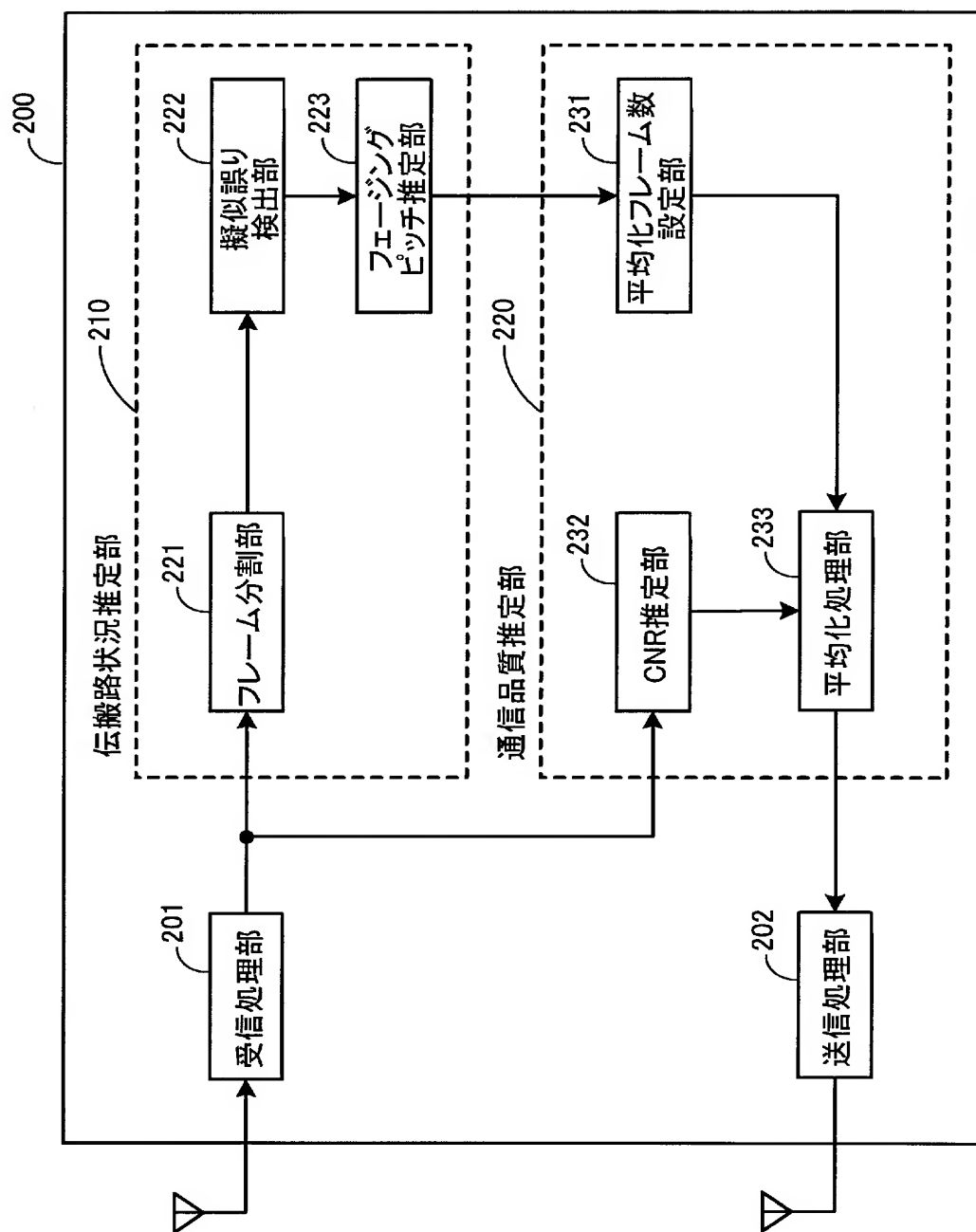




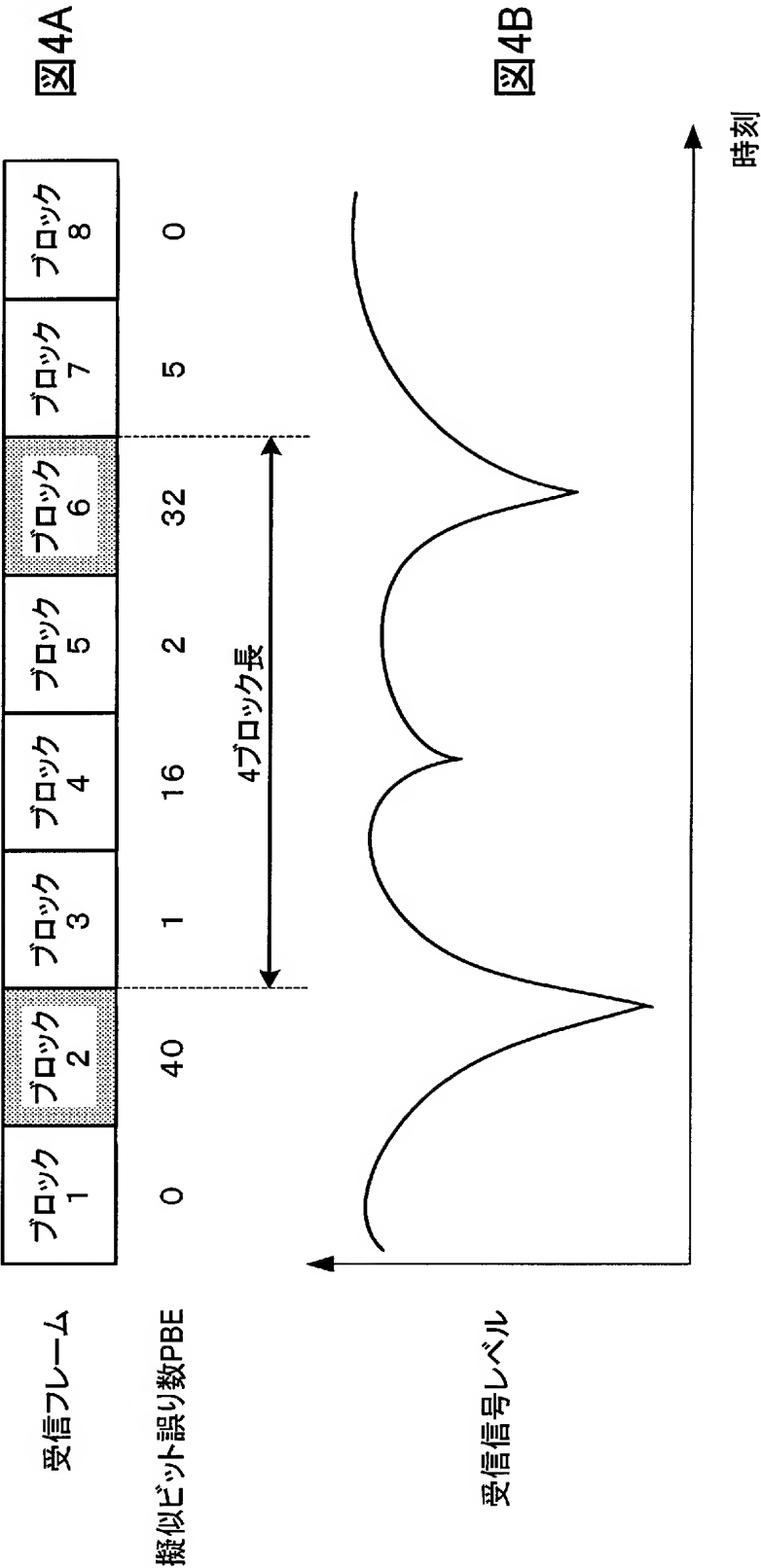
[図2]



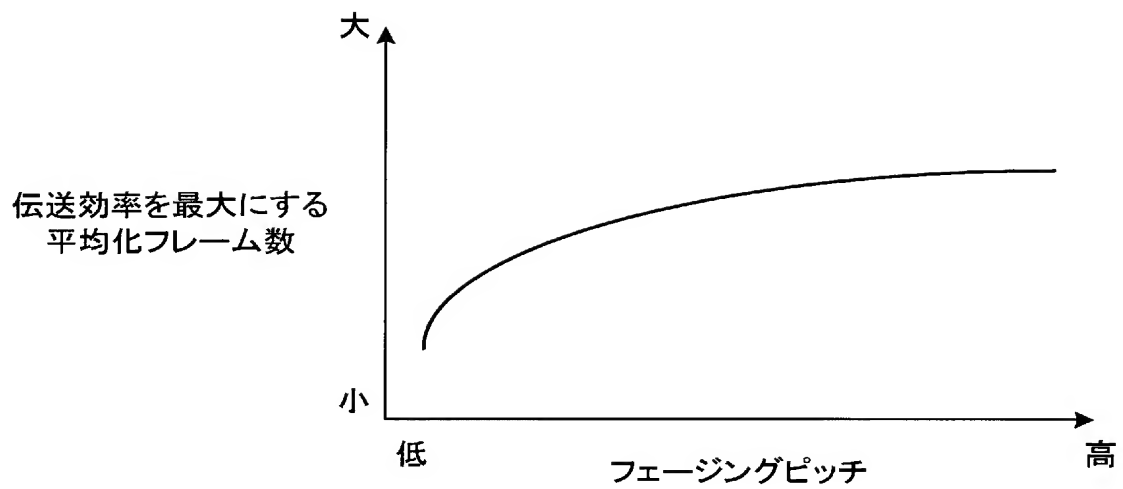
[図3]



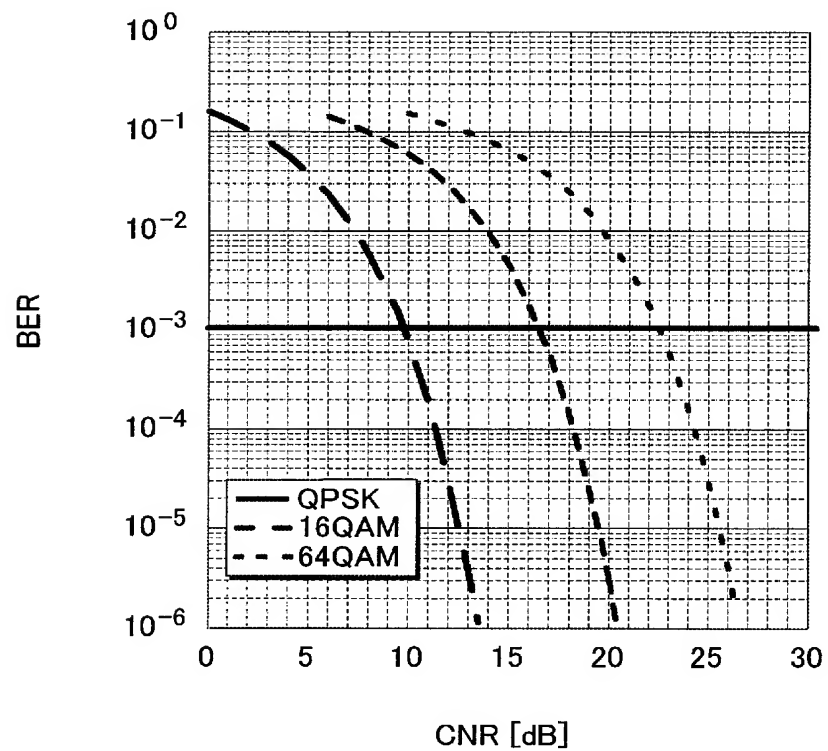
[図4]



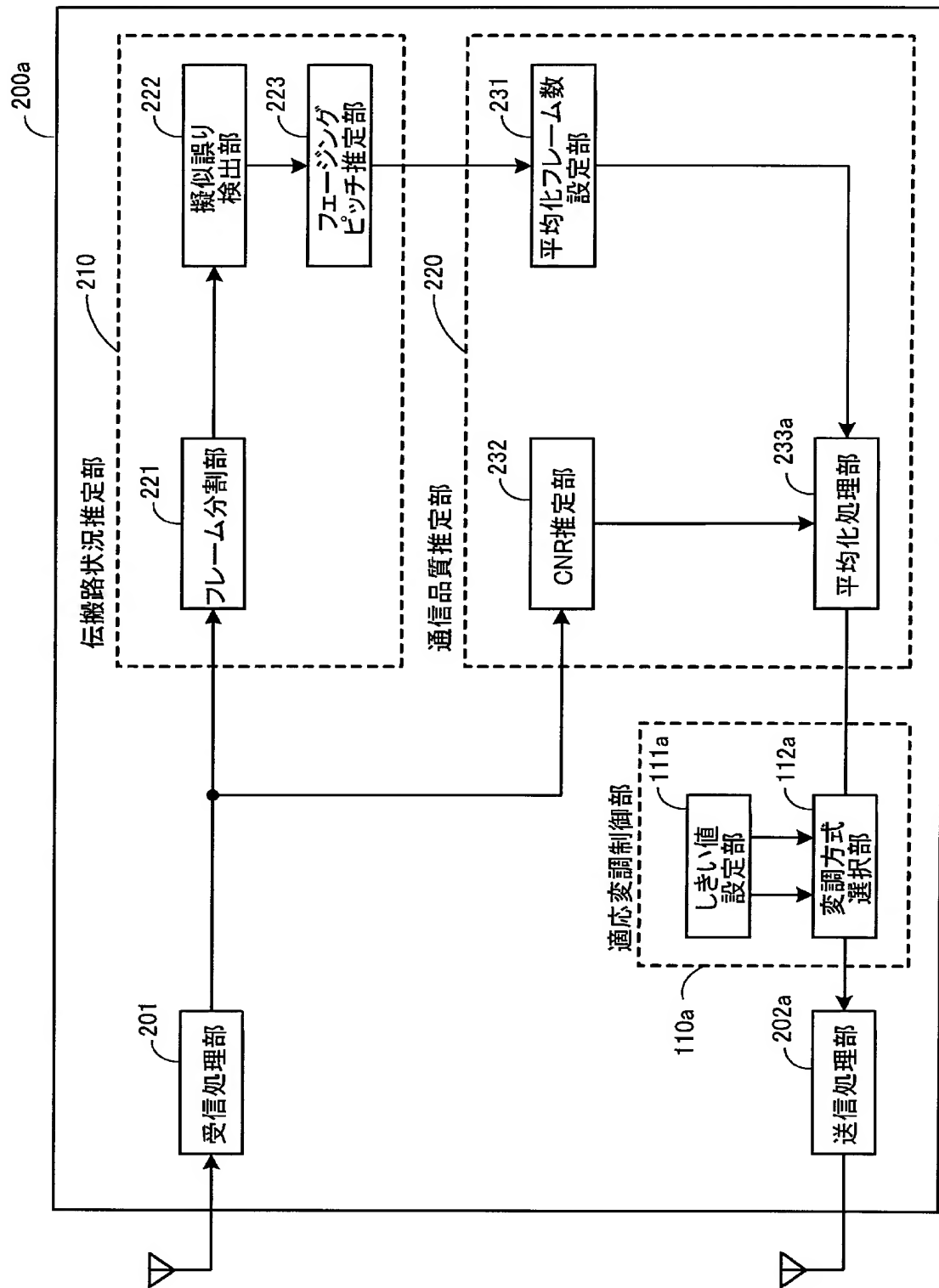
[図5]



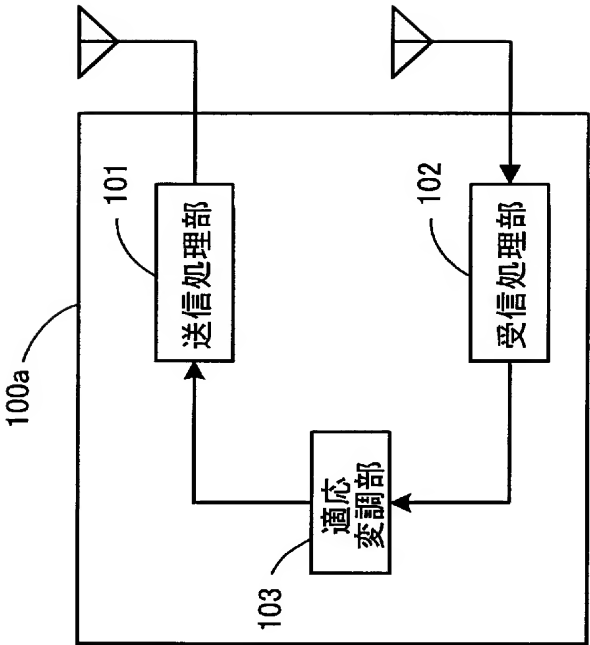
[図6]



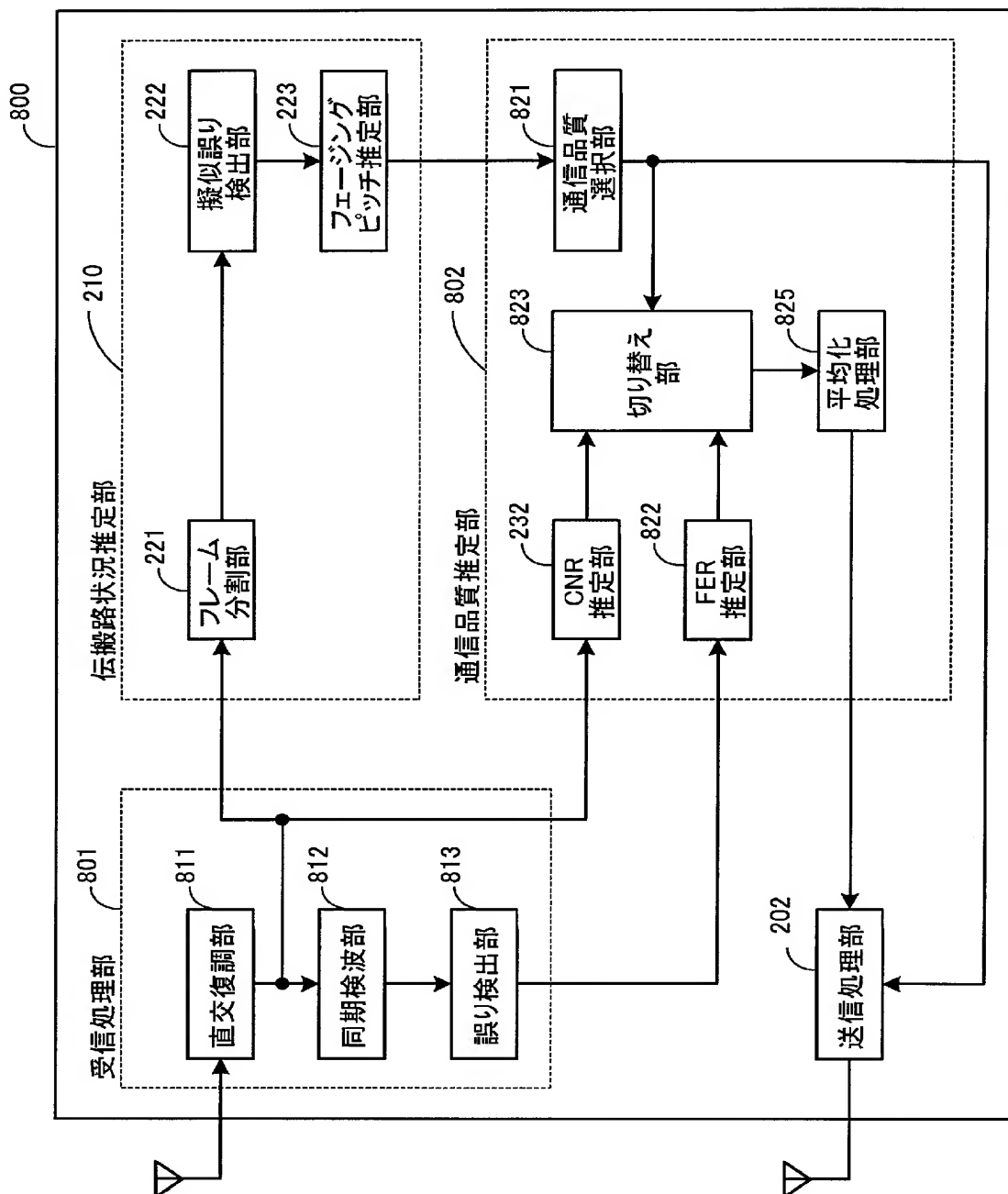
[図7]



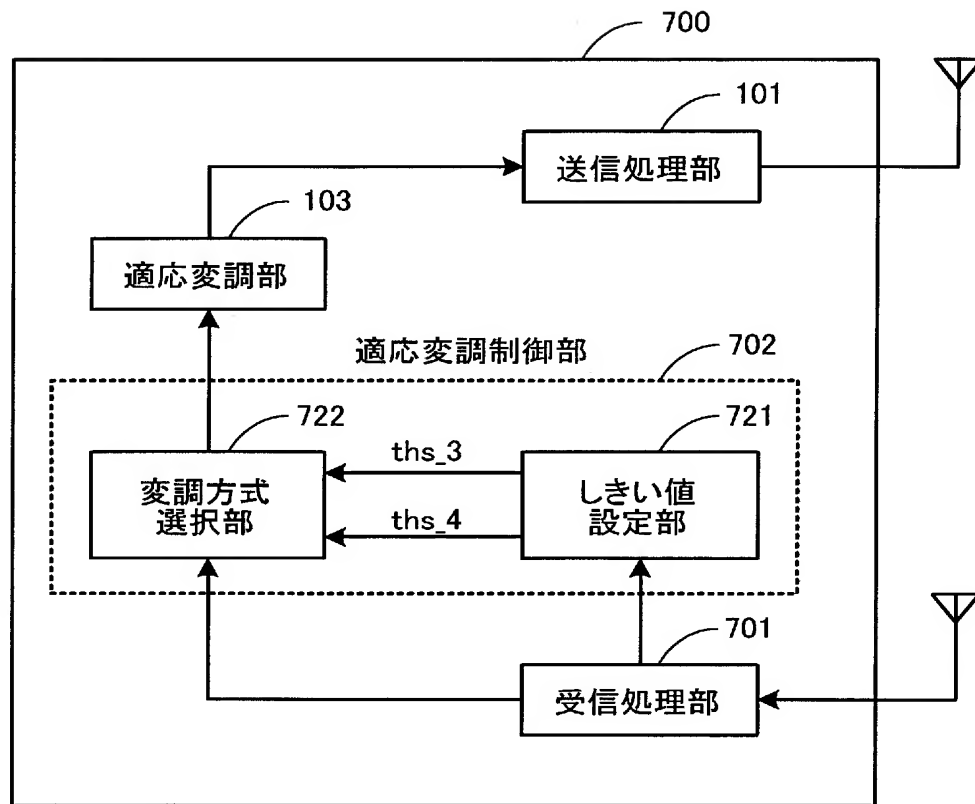
[図8]



[図9]

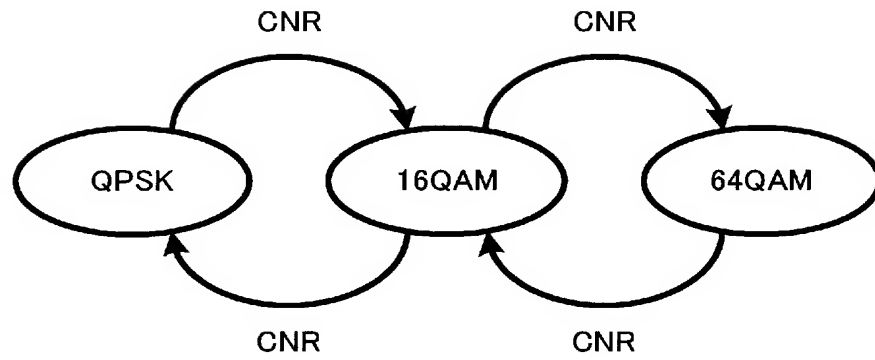


[図10]

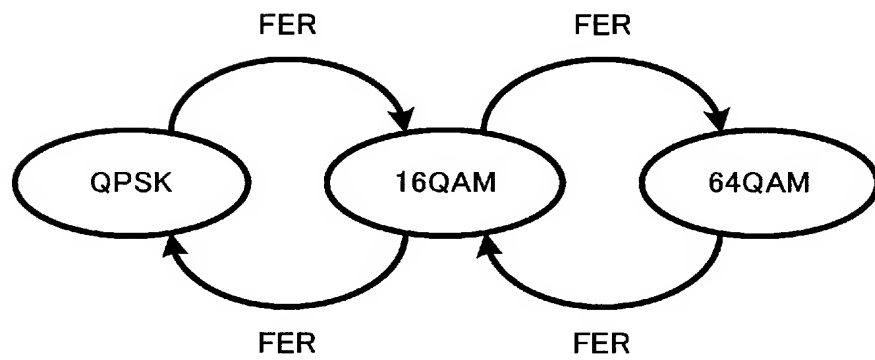




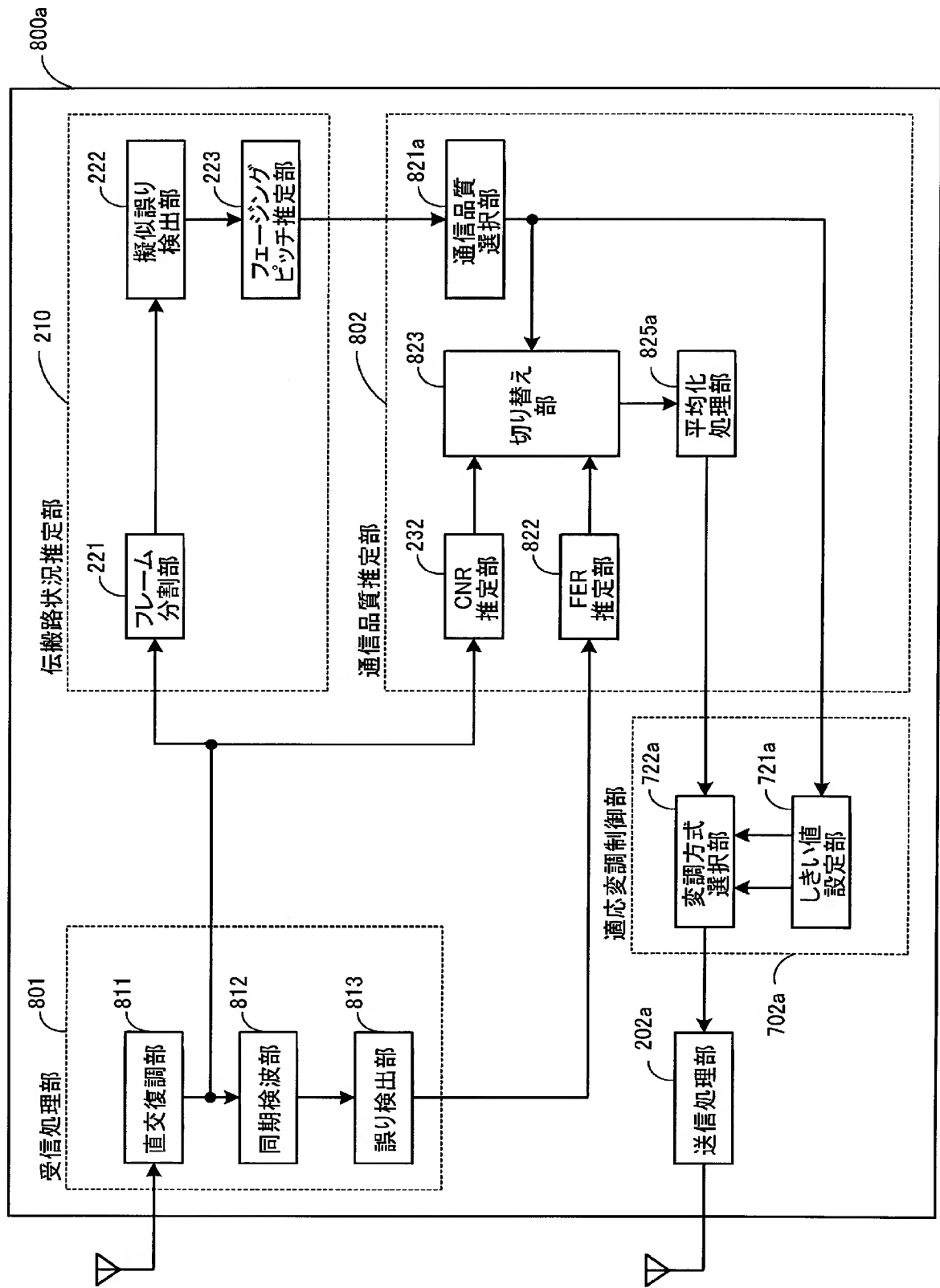
[図11A]



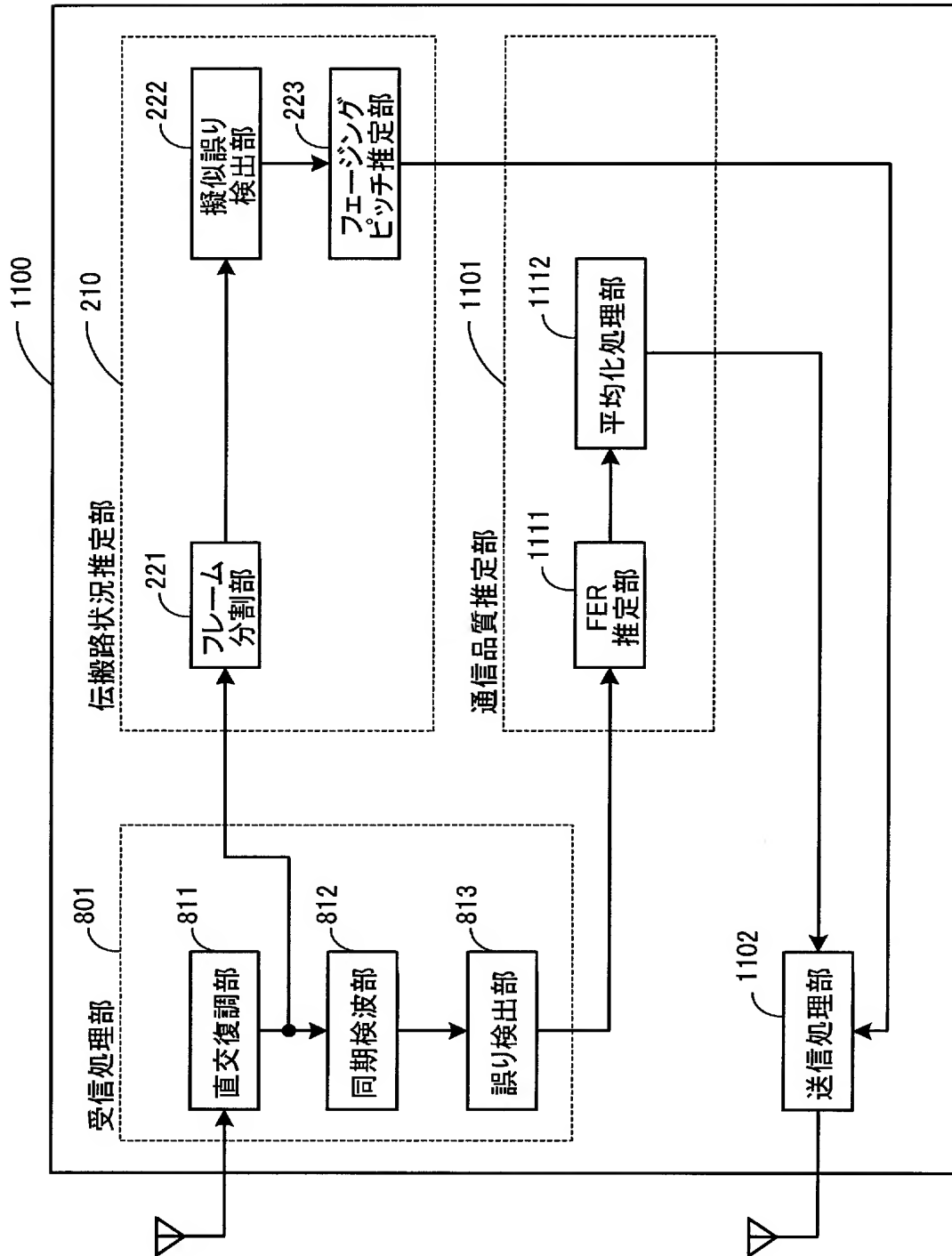
[図11B]



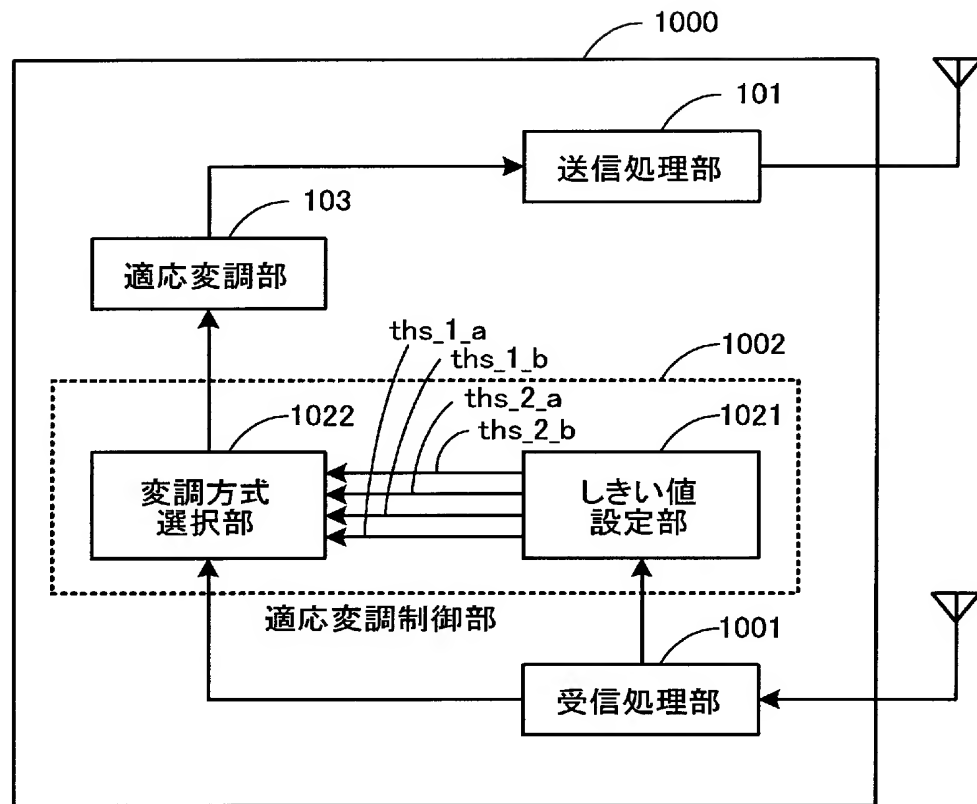
[図12]



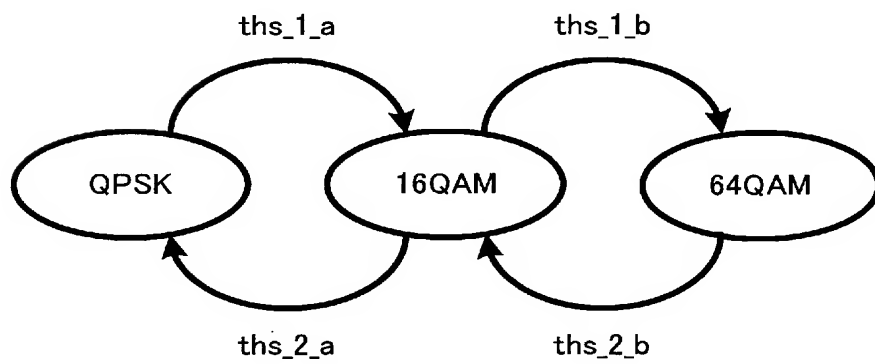
[図13]



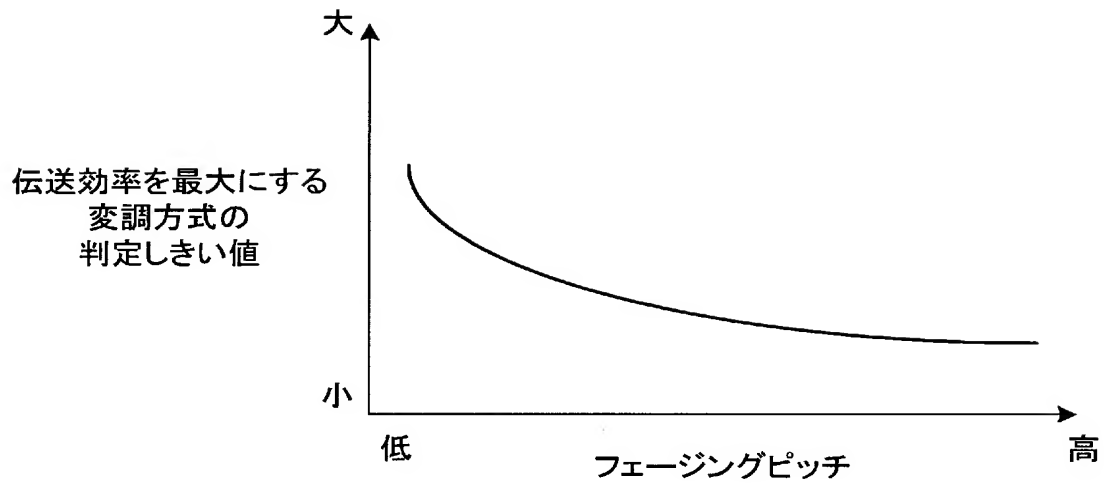
[図14]



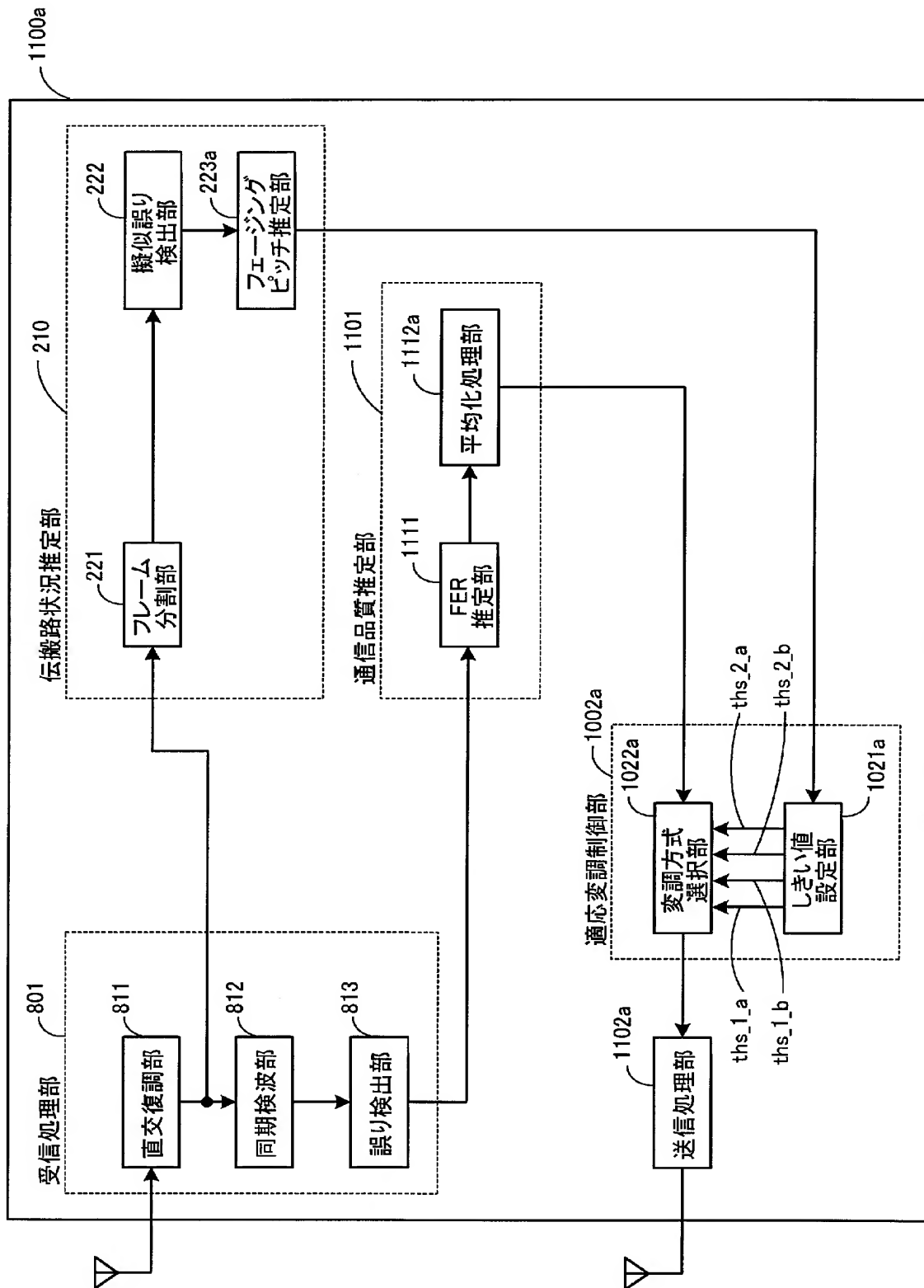
[図15]



[図16]



[図17]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005503

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H04L27/00, H04B7/26, H04L1/00, 1/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H04L27/00-27/38, H04B7/26, H04L1/00-1/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-338851 A (Telecommunications Advancement Organization ), 28 November, 2003 (28.11.03), Full text; all drawings & WO 2003/019893 A1 & EP 1363437 A1 & CN 1484907 T	1, 2, 7-11 3-6
Y A	JP 2003-259437 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 September, 2003 (12.09.03), Par. Nos. [0061] to [0088]; Figs. 1 to 2 & WO 2003/067916 A1 & EP 1424869 A1	1, 2, 7-11 3-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 May, 2005 (23.05.05)

Date of mailing of the international search report

07 June, 2005 (07.06.05)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl.<sup>7</sup> H04L27/00, H04B7/26, H04L1/00, 1/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H04L27/00-27/38, H04B7/26, H04L1/00-1/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2003-338851 A (通信・放送機構) 2003. 11. 28, 全文, 全図 & WO 2003/019893 A1 & EP 1363437 A1 & CN 1484907 T	1, 2, 7-11 3-6
Y A	JP 2003-259437 A (松下電器産業株式会社) 2003. 09. 12, 段落番号【0061】-【0088】, 【図1】-【図2】 & WO 2003/067916 A1 & EP 1424869 A1	1, 2, 7-11 3-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 05. 2005

国際調査報告の発送日

07. 6. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤井 浩

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5K

8625